



DEUTSCHES
PATENTAMT

②① Aktenzeichen: P 35 08 439.1
②② Anmeldetag: 9. 3. 85
②③ Offenlegungstag: 26. 9. 85

DE 3508439 A1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①
16.03.84 CH 1336/84-5

⑦① Anmelder:
Gebrüder Bühler AG, Uzwil, CH

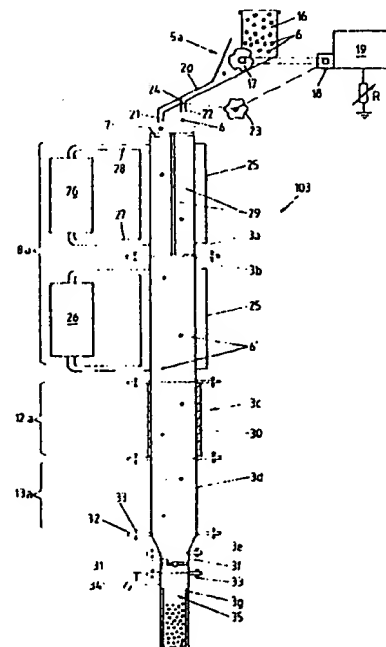
⑦④ Vertreter:
Fritzsche, R., Rechtsanw., 3300 Braunschweig

⑦② Erfinder:

Beglinger, Rolf, Niederuzwil, CH; Bohm, Arturo,
Oberuzwil, CH; Schoenholzer, Peter, Niederuzwil,
CH

⑥④ Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Kugeln

Zum Herstellen von Kugeln (6') aus einer Schmelze eines Kugelmaterials (6) wird dieses in im wesentlichen noch fester Form, jedoch entsprechend dem Kugelvolumen bereits verteilt in eine inerte und temperaturbeständige Flüssigkeit (7) eingebracht. In dieser Flüssigkeit (7) wird das Kugelmateriale (6), insbesondere über die Flüssigkeit (7) selbst, auf Schmelztemperatur erhitzt und dabei der Oberflächenspannung überlassen. Dadurch bilden sich besonders gut ausgebildete Kugeln (6'), die man durch Abkühlen verfestigt. Zweckmäßig besitzen Flüssigkeit (7) und Kugelmateriale (6, 6') annähernd das gleiche spezifische Gewicht. Bei einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist eine Heizeinrichtung (25, 26) an einem Behälter (103) für die Flüssigkeit (7) unmittelbar angeordnet.



DE 3508439 A1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

TZ 011 PATENTANSPRUECHE

1. Verfahren zum Herstellen von Kugeln aus einer Schmelze des Kugelmateriales, die - tropfenförmig in einer inerten Flüssigkeit verteilt - darin zum Bilden der Kugelform der Wirkung der Oberflächenspannung ausgesetzt wird und anschliessend durch Abkühlung in Kugelform erstarren gelassen wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Kugelmateriale (6) im wesentlichen nach festem, jedoch bereits entsprechend dem Kugelvolumen zerteilten Zustand in die Flüssigkeit (7) eingebracht wird, dass als Flüssigkeit (7) eine bei Erhitzung temperaturbeständige Flüssigkeit verwendet wird, und dass das Kugelmateriale (6, 6') in der Flüssigkeit (7) auf Schmelztemperatur erhitzt wird, worauf die fertigen Kugeln (6) abgekühlt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Einstellung des Absinkens des Kugelmateriales (6, 6') die Flüssigkeit (7) annähernd das gleiche spezifische Gewicht, zweckmässig ein geringfügig kleineres, wie die Schmelze bzw. das Kugelmateriale (6, 6') besitzt und/oder die Viskosität der inerten Flüssigkeit angepasst wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Kugelmateriale (6, 6') ein Kunststoff, vorzugsweise Polyamid, z.B. PA 12, verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Flüssigkeit (7) Silikonöl verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkeit (7) selbst auf Schmelz-

THIS PAGE BLANK (USPTO)

temperatur des Kugelmateriales (6, 6') erhitzt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Erhitzen nur örtlich (8, 8a) in der Flüssigkeit (7) erfolgt, wogegen mindestens ein Teil (12a, 13a) der Flüssigkeit (7) unerhitzt bleibt bzw. vorzugsweise örtlich (13a) gekühlt wird, dass das Kugelmateriale (6, 6') nach dem Erhitzen in den unerhitzten Teil (12a, 13a) der Flüssigkeit (7) gebracht wird, und dass vorzugsweise die Flüssigkeit (7) über eine verhältnismässig grosse Höhe, z.B. in einer Säule angeordnet wird, und eine geringfügig kleinere Dichte als das Kugelmateriale (6, 6') besitzt, wobei das Kugelmateriale (6, 6') im oberen Bereiche (8a) der Flüssigkeit (7) auf Schmelztemperatur erhitzt wird und anschliessend in den unteren Bereich (12a, 13a) der Flüssigkeit (7) absinkt, wo die Kugeln (6') erstarren.
7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit einer Heizeinrichtung zur Erzielung einer Schmelze des Kugelmateriales, und mit wenigstens einem Behälter für die inerte Flüssigkeit, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizeinrichtung (8; 25, 26) zwecks Erhitzung des Kugelmateriales (6) in der inerten Flüssigkeit (7) an wenigstens einem Behälter (3; 103; 203) angeordnet ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Behälter (103; 203) säulenförmig ist, und dass die Heizeinrichtung (25, 26) im oberen Bereich (8a) der Säule angeordnet ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass an die Heizeinrichtung (25, 26), zweckmässig unter

Zwischenschaltung einer Uebergangszone (12a) eine Kühlzone (13a) angeschlossen ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass dem Behälter ein Vereinzelungsförderer (5a, 5b), z.B. ein Wendel-Schwingförderer (5b), vorgeschaltet ist.

TZ 011 VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM HERSTELLEN VON KUGELN

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen von Kugeln aus einer Schmelze des Kugelmateriales, die - tropfenförmig in einer inerten Flüssigkeit verteilt - darin zum Bilden der Kugelform der Wirkung der Oberflächenspannung ausgesetzt wird und anschliessend durch Abkühlung in Kugelform erstarren gelassen wird, sowie auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Derartige Verfahren sind beispielsweise aus den DE-PSen 1 295 531 und 1 918 685 oder aus der DE-OS 2 107 051 bekannt geworden. Bei allen diesen Verfahren ist man davon ausgegangen, dass das Kugelmateriale zunächst in flüssige Form gebracht wurde, worauf es in Tropfen zerteilt in die inerte Flüssigkeit eingeführt wurde. Naturgemäss besitzen derartige Schmelzen eine erhebliche Viskosität und Adhäsionskraft. Es kann daher nicht ausbleiben, dass sich beim Zerteilen der Schmelze in Tröpfchen und Tropfen Fäden bilden, die einer einwandfreien Ausbildung der Kugelform abträglich sind. Dazu kommt, dass die Grösse der so gebildeten Kugeln von mancherlei Faktoren - wie Temperatur, Druck der Schmelze od.dgl. - abhängig ist, wobei all diese Faktoren, die Einhaltung vorbestimmter Kugelgrössen erschweren. Vor¹allem aber benötigt die Erzeugung und Abtrennung der Tropfen viel Zeit, was einem hohen Durchsatz entgegensteht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine höhere Ausstossleistung zu erhalten. Erfindungsgemäss gelingt dies dadurch, dass das Kugelmateriale in im wesentlichen noch festem, jedoch bereits entsprechend dem Kugelvolumen zerteilten Zustand in die Flüssigkeit eingebracht wird.

- 75 -

sigkeit eingebracht wird, dass als Flüssigkeit eine bei Erhitzung temperaturbeständige Flüssigkeit verwendet wird, und dass das Kugelmateriale in der Flüssigkeit auf Schmelztemperatur erhitzt wird, worauf die fertigen Kugeln abgekühlt werden. Das Zerteilen des Kugelmateriales in noch festem Zustande kann nämlich mit herkömmlichen Methoden viel leichter exakt vorgenommen werden, und durch das Einbringen des im wesentlichen noch festen Materiales in bereits zerteiltem Zustande in die inerte Flüssigkeit wird eine Fadenbildung vermieden.

Wenn nun die Flüssigkeit annähernd das gleiche spezifische Gewicht, zweckmässig ein geringfügig kleineres, wie die Schmelze bzw. das Kugelmateriale besitzt und/oder die Viskosität der inerten Flüssigkeit angepasst wird, so ist gesichert, dass das noch feste Kugelmateriale nicht nach dem Eindringen in die Flüssigkeit sofort zu Boden sinkt und dort aufgrund des Eigengewichtes oder durch Quetschung durch benachbartes Kugelmateriale verformt wird. Wie später noch erläutert wird, ist es vorteilhaft, wenn das spezifische Gewicht der Flüssigkeit geringfügig kleiner gewählt wird, und zwar in einer solchen Masse, dass beim Absinken von geschmolzenem Kugelmateriale sich nicht aufgrund der Sinkgeschwindigkeit eine Formung (Tropfenform) ergibt.

Während als Kugelmateriale zweckmässig ein Kunststoff, vorzugsweise Polyamid, z.B. PA 12, verwendet wird, eignet sich als Flüssigkeit vor allem Silikonöl. Silikonöl ist nicht nur inert und sehr temperaturbeständig, sondern es wird auch in vielen verschiedenen Dichten und Zähigkeiten erzeugt, so dass es leicht an die Dichte des Kugelmateriales angepasst werden kann.

Im Prinzip ist es zwar denkbar, das Verfahren so durchzuführen, dass mit Hilfe einer entsprechenden Strahlung selektiv nur das in der Flüssigkeit befindliche, zerteilte Kugelmateriale erhitzt wird. In der Praxis wird es sich jedoch als einfacher

erweisen, die Flüssigkeit selbst auf Schmelztemperatur zu erhitzen.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens weist üblicherweise eine Heizeinrichtung zur Erzielung einer Schmelze des Kugelmateriales und wenigstens einen Behälter für die inerte Flüssigkeit auf, und ist dadurch gekennzeichnet, dass die Heizeinrichtung zwecks Erhitzung des Kugelmateriales in der inerten Flüssigkeit an wenigstens einen Behälter angeordnet ist.

Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich anhand der nachfolgenden Beschreibung von in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen, wobei die Fig. 1 bis 3 je einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform zeigen und Fig. 3A eine Draufsicht im Sinne der Linie A-A der Fig. 3.

Gemäss Fig. 1 ist ein Trogeimerförderer 1 vorgesehen, ähnlich, wie er aus den DE-PSen 2 428 176 oder 2 558 378 bekannt geworden sind. Derartige Trogeimerförderer besitzen den Vorteil, dass sie sehr gut zum Fördern von Flüssigkeiten geeignet sind und ein hohes Durchsatzvolumen aufweisen. Dabei sind an Ket tengliedern 2 trogförmige Eimer 3 befestigt, von denen der jeweils vordere Eimer 3 den dahinterliegenden mit einer Wandkrümmung 4 übergreift, so dass Schüttgüter verlustfrei und ohne Verschmutzungsgefahr fortlaufend in die Tröge 3 eingefüllt werden können. Die Ketten 2 sind in bekannter, hier nicht dargestellter Weise über Rollen geführt.

An der linken Seite der Fig. 1 ist zu Beginn der Vorrichtung ein Bandförderer 5 vorgesehen und in nicht dargestellter Weise gelagert. Mit Hilfe des Bandförderers 5 wird schmelzbares Material in festem Zustande angeliefert. Dieses Material ist z.B. aus Kunststoffstangen viereckigen Querschnittes gleichmäs-

sig zu Kunststoffquadern 6 zerteilt, die an der Oberseite des Bandförderers 5 in bereits vereinzelter Form herangebracht werden. Es ist dabei nicht erforderlich, dass pro Längeneinheit des Bandes des Förderers 5 nur ein einziger Kunststoffquader 6 herangebracht wird, sondern es können über die Breite des Bandes nebeneinander auch mehrere, jedoch von einander separierte Materialteilchen vorgesehen sein. Wesentlich ist lediglich, dass nach Tunlichkeit Materialanhäufungen vermieden werden, um später Verklebungen einzelner Kunststoffkörper zu vermeiden.

Die Trogeimer 3 sind bis zu einem vorbestimmten Niveau 7 mit einer inerten und hitzebeständigen Flüssigkeit gefüllt, die vorzugsweise wenigstens annähernd (unter Berücksichtigung der späteren Temperaturunterschiede) die gleiche Dichte wie das Kunststoffmaterial 6 aufweist, so dass die Teile 6 in der Flüssigkeit 7 schweben oder wenigstens nicht mit ihrem vollen Gewicht am Grunde der Flüssigkeit aufliegen.

Aus Fig. 1 ist ersichtlich, wie die Kunststoffquader vom Bandförderer 5 in einen Trogeimer 3 eingefüllt werden, und es ist strichliert angedeutet, wie die Quader 6 in der Flüssigkeit 7 schweben. Hierauf durchläuft der Trogeimerförderer 1 einen Tunnelofen 8 oder eine ähnliche Heizeinrichtung, dem beispielsweise Heissgase im Gegenstrom über einen Einlass 9 zugeführt und von einem Auslass 10 abgeführt werden. In diesem Tunnelofen od.dgl. wird die Flüssigkeit 7 in den Trogeimern 3 bis zur Schmelztemperatur des zu Kugeln zu formenden Materiales 6 erhitzt. Dementsprechend ist die Fördergeschwindigkeit des Trogeimerförderers 1 und die Temperatur im Tunnelofen 8 abgestimmt. Mit dem Erweichen der Kunststoffquader 6 kommt die Oberflächenspannung mehr und mehr zur Wirkung, so dass das ursprünglich quaderförmige Material spätestens gegen den Ausgang 11 des Tunnelofens 8 Kugelgestalt annimmt, wie dies anhand der

Kugeln 6' ersichtlich ist.

In diesem Zustande werden die Trogeimer 3 über eine Zwischenzone 12 einer Kühleinrichtung 13 zugeführt, die im Prinzip gleichartig wie der Tunnelofen 8 aufgebaut sein kann, durch die jedoch zwischen Einlass 14 und Auslass 15 Kühlluft hindurchgeführt wird. Auf diese Weise wird das zu Kugeln 6' geformte Material erstarren gelassen und später in nicht dargestellter Weise den Trogeimern 3 wieder entnommen, beispielsweise indem die Trogeimer 3 an einer Wenderolle über ein schräg angeordnetes Sieb entleert werden, wodurch die fertigen Kugeln in einen Behälter abrollen, wogegen die Flüssigkeit in einem unter dem Sieb angeordneten Sammelbehälter aufgefangen wird. Selbstverständlich können anstelle eines Siebes auch andere Trennvorrichtungen verwendet werden, beispielsweise eine solche, wie sie später anhand der Fig. 3 beschrieben wird.

Bei der Ausführung nach Fig. 2 durchläuft das Kugelmateri al 6 eine lotrechte Bahn bei seiner Behandlung statt des im wesentlichen horizontalen Transportweges bei der Ausführung nach Fig. 1. Wie aus der nachfolgenden Beschreibung noch verdeutlicht wird, ergeben sich eine Anzahl von Vereinfachungen bei einer derartigen Anordnung.

Zunächst ist anstelle einer Vielzahl von Behältern 3 (Fig. 1) ein einziger, säulenförmiger Behälter 103 vorgesehen, der allerdings aus mehreren Behälterabschnitten 3a, 3b, 3c, 3d, einem Konusabschnitt 3e, einem Ventilabschnitt 3f und einem Endabschnitt 3g besteht.

Statt des Bandförderers 5 der Fig. 1 ist hier eine Vereinzelungsvorrichtung mit einem Förderer 5a kombiniert. Diese Vorrichtung weist einen Vorratsbehälter 16 für das bereits zerteilte, beispielsweise ebenfalls quaderförmige (auch Zylinder-

scheibchen wären denkbar), Kugelmateriale 6 auf. An den Vorratsbehälter 16 schliesst eine Art Zellenrad 17, das von einem Motor 18 antreibbar ist. An den Motor 18 ist eine Motorsteuerschaltung 19 angeschlossen, wobei die Motorschwindigkeit über ein Einstellglied R vorwählbar ist.

Durch das Zellenrad 17 werden einzelne Materialteilchen nacheinander durch eine Röhre 20 gesandt, die im vorliegenden Ausführungsbeispiel zwei Mündungen 21, 22 aufweist. Im Bereiche der Mündung 22 ist ^{durch eine} eine vom Motor 18 angetriebene Nocke 23 periodisch betätigte Klappe 24 vorgesehen, die das eine Mal das Kugelmateriale 6 der Mündung 21 zuleitet und die Mündung 22 abdeckt, das andere Mal in die aus Fig. 2 ersichtliche Stellung gelangt, in der die Mündung 22 freigegeben wird. Auf diese Weise wird eine gleichmässige örtliche Verteilung des Kugelmateriales 6 über den Querschnitt des Behälters 103 gesichert. Es versteht sich, dass auch mehr als zwei Ausmündungen 21, 22 vorgesehen sein können, dass einer einzigen Ausmündung eine, z.B. rotierende, Verteilerscheibe zugeordnet sein kann und dass das Abdecken verschiedener Ausmündungen auch auf andere Weise und mit anderen Antrieben erfolgen kann.

Das aus den Mündungen 21, 22 austretende Kugelmateriale 6 gelangt in den oberen Behälterabschnitt 3a, der als Doppelmantelgefäss mit einem ihn umgebenden Mantel 25 ausgebildet ist. Der Mantel 25 kann in bekannter Weise mit Schraubengängen versehen sein, durch die ein Wärmeträger, beispielsweise Heisswasser, in gleichmässigen Windungen um den Behälterabschnitt 3a herumführbar ist. Hierbei wird dieser Wärmeträger zweckmässig im Gleichstromgeführt, d.h. von einem mit einem Regler versehenen Wärmetauscher 26 über einen Einlass 28 eingespeist und an der Unterseite von einem Auslass 27 abgezogen. Dadurch wird einer sonst möglichen Konvektionsströmung innerhalb der Flüssigkeit 7 entgegen gewirkt. Zur rascheren Erwärmung des oberen Abschnittes der in dem Behälter 103 enthaltenen Flüssigkeitssäule

einer inerten Flüssig-

keit, d.i. z.B. Silikonöl, können von der Behälterwandung des Behälterabschnittes 3a im Querschnitt kreuzförmig oder speichenartig abstehende Wärmeleitbleche 29 eingebaut sein.

Der Behälterabschnitt 3a bildet mit dem darunterliegenden Behälterabschnitt 3b die Heizzone des Behälters 103, wobei je nach dem verwendeten Kugelmateriale es zweckmässig sein mag, im Behälter 3a eine Vorheizung und im Behälter 3b eine höhere Temperatur vorzusehen oder umgekehrt das Kugelmateriale im Bereiche des Behälters 3a schockartig auf eine hohe Temperatur zu erhitzen und im Behälterabschnitt 3b gerade so viel Wärme zuzuführen, dass das Kugelmateriale im geschmolzenen Zustande erhalten wird. Dementsprechend ist auch der Behälterabschnitt 3b mit einem Mantel 25 versehen, der mit einem Wärmeaustauscher 26 in Verbindung steht. Die Einzelheiten dieser Anordnung entsprechen der oben beschriebenen. Es versteht sich aber auch, dass beide Abschnitte 3a, 3b zu einem gemeinsamen Abschnitt 3a' zusammengefasst sein können, wie dies später anhand der Fig. 3 beschrieben wird. In jedem Falle entsprechen die Behälterteile 3a, 3b der Fig. 2 bzw. 3a' der Fig. 3 einer Heizzone 8a bzw. der vom Tunnelofen 8 gebildeten Heizzone der Fig. 1.

Daran schliesst sich ebenso wie in Fig. 1 eine Zwischenzone 12a, die in Fig. 2 von einem Behälterabschnitt 3c gebildet ist, der von einer Isolierschicht 30 umgeben sein kann. Auf diese Zwischenzone 12a folgt eine Kühlzone 13a, die im Falle der Fig. 2 von den Behälterabschnitten 3d und 3e gebildet ist, in der das Kunststoffmateriale 6 nach Bildung von Kugeln 6' ohne besondere Massnahmen auskühlen bzw. erstarren lassen wird. Die Kugeln sammeln sich dann im Bereiche eines Klappenventiles 31 des Ventilabschnittes 3f und können durch Verstellung der Klappe 31 um 90° in den darunterbefindlichen Endteil 3g abgelassen werden.

Jeder der Behälterteile 3a bis 3g ist mit dem benachbarten Behälterteil über Flanschen 32 und Befestigungsschrauben 33 verbunden. Obwohl diese Verbindung bei den Behälterteilen 3a bis 3f nach ihrer Herstellung eine bleibende ist und daher auch durch andere Verbindungen oder durch einstückige Ausführung ersetzt werden kann, hat sie für den Behälterteil 3g eine weitere Funktion. Um nämlich die fertigen Kugeln dem Behälterteil 3g entnehmen zu können, wird das Klappenventil 31 in die aus Fig. 2 ersichtliche Stellung gebracht, d.h. geschlossen. Schliesslich wird ein Ablasshahn 34 geöffnet und der obere Teil der Flüssigkeitssäule des Endteiles 3g abgelassen. Sodann kann der Endteil 3g vom Ventiltteil 3f durch Lösen der zugehörigen Schrauben 33 abmontiert werden, und man kann die in einem Sieb 35 im Inneren des Endteiles 3g angesammelten Kugeln herausheben und entleeren. Anschliessend wird der Endteil 3g samt dem leeren Sieb 35 wieder am Ventiltteil 3f angeschraubt.

Während mit Hilfe der Vorrichtung gemäss Fig. 2 zwar eine kontinuierliche Zufuhr von Kugelmateriale 6, jedoch nur eine chargenweise Entnahme der fertigen Kugeln möglich ist, zeigt Fig. 3 eine andere Ausführung mit rein kontinuierlichem Betrieb. Wiederum ist ein säulenförmiger Behälter 203 vorgesehen, der eine Heizzone 8a, eine Zwischenzone 12a und eine Kühlzone 13a aufweist, von denen gewünschtenfalls die Zwischenzone 12a auch weggelassen werden kann. Der Inhalt des Behälters 203 ist wie im Behälter 103 eine inerte, temperaturbeständige Flüssigkeit, deren Dichte geringfügig kleiner ist als die des Kugelmateriales 6. Durch Veränderung der Dichte oder Zähigkeit kann die "Transportgeschwindigkeit", d.h. die Sinkgeschwindigkeit, des Kugelmateriales 6 bzw. 6' beeinflusst werden. Eine andere Einflussgrösse ist beispielsweise das Volumen des Kugelmateriales, das jedoch meist aufgrund der gewünschten Kugelgrösse vorgegeben ist. Wie bereits erwähnt, eignet sich Silikonöl besonders für diese Zwecke, weil Oelarten verschiedener Dichte

te und Zähigkeiten am Markte sind und durch Mischen verschiedener Sorten auch Zwischenwerte für die Dichte erhältlich sind. Andere denkbare Flüssigkeiten sind beispielsweise Wasser-Glykol-Gemische usw.

Anstelle des Förderers 5a gemäss Fig. 2 dient hier für die Funktionen des Transportes und des Vereinzelns sowie auch der gleichmässigen Verteilung der Materialstücke 6 über den Querschnitt des Behälters 203 (vgl. die Teile 21 bis 24 in Fig. 2) ein kreisförmig schwingender Wendelförderer 5b, dem das Kugelmateriale durch einen Einfülltrichter 35 auf den Grund des Wendelgefässes 36 zugeführt wird, von wo es durch die kreisförmige Schwingbewegung über eine Wendelfläche 37 nach oben gefördert wird. Die Materialteilchen 6 bewegen sich dabei zur Folge der kreisförmigen Schüttelbewegung an der Aussenwand 38 des Gefässes 36 entlang. Zweckmässig im Bereiche der obersten Wendel, insbesondere im Bereiche der letzten 180° befindet sich eine Ablenkfläche 39, die sich von der Aussenwand 38 schräg gegen die Mitte zu erstreckt, deren freies Ende 40 hingegen um ein solches Mass gegenüber der Breite der Wendelbahn 37 versetzt ist, dass ein quaderförmiger Materialteil 6 in der Diagonale gerade noch passieren kann. Dadurch wird gesichert, dass an dieser Schikane 39 jeweils nur ein einziges Materialteilchen 6 hindurchgelassen wird und diese so voneinander separiert bzw. vereinzelt werden. Sollte entlang der Bahn 37 einmal eine grössere Menge gleichzeitig angeliefert werden, so kann es höchstens geschehen, dass ein Teil dieser Menge seitlich abgedrängt wird und auf die nächste Stufe (vgl. Fig. 3) zurückfällt. Zur Einstellung des Durchlassquerschnittes am freien Ende der Schikane 39 kann deren Winkel zur Wendelbahn 37 einstellbar sein.

Auf diese Weise werden die Materialteilchen 6 einer Mündungswendel 41 zugeführt, von deren Mündung sie in der aus Fig. 3 ersichtlichen Weise in den Behälter 203 fallen. Dabei erfolgt

eine gleichmässige Verteilung über den Querschnitt des Behälters 203 dadurch, dass eben der Wendelförderer 5b eine kreisförmige Schwingbewegung ausführt, so dass die vereinzelter Materialteilchen 6 an verschiedenen Stellen der Flüssigkeitsoberfläche in den Behälter 203 fallen. Wegen dieser dreifachen Funktion des Wendelförderers 5b ist seine Anwendung in diesem Zusammenhang von besonderem Vorteil.

Der Behälter 3a' ist wiederum mit einem Oel- oder Heisswassermantel 25 ausgerüstet und besitzt seitlich von den Behälterwänden abstehende und über einen Teil des Radius des Behälterteiles 3a' ragende Wärmeleitrippen 29a, die an ihrer Oberkante in der ersichtlichen Weise abgeschrägt sind, um etwaiges darauffallendes Kugelmateriale 6 in das Behälterinnere abzulenken. Der Mantel 25 ist in der bereits beschriebenen Weise mit einem Wärmetauscher verbunden.

An die Heizzone 8a schliesst sich die Zwischenzone 12a, die in diesem Falle von einem Behälterteil 3d gebildet ist. Dieser Behälterteil 3d ist ebenso wie im Falle der Fig. 2 ohne die Isolierschicht 30 ausgebildet, so dass bereits in der Zwischenzone 12a die Abkühlung beginnen kann. Dies setzt voraus, dass die Heizzone 8a genügend lang ist bzw. die Dichten des Kunststoffmaterials 6 und der Flüssigkeit 7 so weit aneinander angeglichen sind, dass die Umformung von der Quaderform zur Kugelform bereits am unteren Ende des Behälterteiles 3a' erfolgt. Die Zwischenzone 12a hat dabei lediglich den Zweck, die gegenseitige energetische Beeinflussung von Heizzone 8a und Kühlzone 13a zu vermindern, was umso leichter ist, als sich die gekühlte Zone ja unten befindet und daher eine Konvektionsströmung der Flüssigkeit 7 sich an sich nicht ausbilden kann.

Auf den Behälterteil 3d folgt in der Kühlzone 13a ein baulich dem Behälterteil 3a der Fig. 2 entsprechender Behälterteil 3a'', der jedoch mit seinem Mantel 25 nicht an einen Zufluss für

einen Wärmeträger angeschlossen ist, sondern an eine Kühlmittelquelle (nicht dargestellt). Zur besseren Verteilung der Kühlung können hier wiederum die kreuzförmig angeordneten Kühlbleche 29 oder Kühlrippen 29a vorgesehen sein. Um nun eine kontinuierliche Entnahme der fertigen Kugeln am unteren Ende des Gefässes 203 zu ermöglichen, ist an den Behälterteil 3a" ein Konusteil 42 angeschraubt, der in zylinderförmigen Ausbauchungen 43 seiner Gehäusewandung zwei mit einem Gummibelag 44 versehene Quetschwalzen 45 gelagert hat. Die Quetschwalzen 45 sind durch angedeutete Druckfedern 46 gegeneinander gedrückt, doch mag es gewünschtenfalls genügen, eine einzige federbelastete Walze gegen eine ortsfest gelagerte Walze vorzusehen. Die Walzenoberfläche ist zweckmässig gegen die Gehäuseausbauchungen 43 abgedichtet, beispielsweise durch an der Walzenoberfläche aufruhende Gummileisten. Bezüglich der Dichtung braucht jedoch kein übermässiger Aufwand getrieben zu werden, da geringe Leckverluste an Flüssigkeit 7 kaum in die Waagschale fallen.

Die Quetschwalzen 45 werden auf nicht dargestellte Weise so rasch (bzw. langsam) angetrieben, dass die im Konusteil 42 ankommenden fertigen Kugeln zwischen sie geraten, erfasst werden und - eingebettet in dem Gummibelag 44 - nach aussen gedrückt werden, wogegen die Flüssigkeit 7 im Inneren des Behälters 203 wegen der Elastizität des Belages 44 zurückgehalten wird. Mit einer derartigen Trennvorrichtung ist daher eine einwandfreie und kontinuierliche Trennung von Kugeln und Flüssigkeit möglich.

Das erfindungsgemässe Verfahren soll nachstehend noch an Hand von Beispielen erläutert werden.

Beispiel 1

Im Handel erhältliche Pellets von Polyamid 12 mit den unge-

- 12
15

führen Massen von $2 \times 2 \times 1,5$ mm wurden einzeln in eine Vorrichtung gemäss Fig. 2 gefördert. Der säulenförmige Behälter 103 dieser Vorrichtung war mit Silikonöl von 1000 cSt (bei 25°C) und einem spezifischen Gewicht von $0,97 \text{ g/ccm}$ (bei 20°C) gefüllt, womit es spezifisch etwas leichter als der Kunststoff war. Die Höhe des Behälters 103 war so abgestimmt, dass sich auf Grund der Sinkgeschwindigkeit des Kunststoffmaterials eine Gesamtverweildauer von etwa 20 Minuten ergab. Davon betrug die Verweilzeit innerhalb der Heizzone 8a ungefähr 12 Minuten. Das Silikonöl wurde in der Heizzone 8a auf 230°C aufgeheizt. Nach 20 Minuten erhielt man im Endabschnitt 35 gleichmässig geformte Polyamidkugeln von etwa 1,46 mm Durchmesser (die Differenz zum theoretischen Volumen der eingefüllten Kunststoffquader ergibt sich wohl durch deren abgerundete Ecken). Die Sinkgeschwindigkeit des Kunststoffmaterials wurde dabei in einem Bereich gehalten, bei dem für jeden durchlaufenen Meter 350 bis 600s benötigt wurden, doch kann die dafür benötigte Zeit noch höher liegen. So ergeben sich Behälterhöhen zwischen 1,5 und 4m.

Beispiel 2

In einer Vorrichtung gemäss Fig. 1 wurden Polyäthylenstückchen eingeführt, die man von einer extrudierten Stange in gleichmässig grossen Scheiben abgeschnitten hatte. Die Dichte des Materials betrug bei 165°C $0,84 \text{ g/ccm}$. Ein Behälter 3 war mit Silikonöl einer Dichte von $0,94 \text{ g/ccm}$ und einer Zähigkeit von 20 cSt gefüllt, das in der Heizzone 8 auf 165°C aufgeheizt wurde. Durch das Erhitzen wurden die Dichten so weit einander angeglichen, dass das Kugelmateriale in der Flüssigkeit schwebte. Die Verweilzeit des Kugelmateriales in der Heizzone 8. betrug 8 min. 30 sec., die Gesamtverweilzeit etwa 17 min., nach welcher Zeit gleichmässig geformte Kugeln erhalten wurden.

Beispiel 3

Um die Leistungskapazität mit einem derartigen Verfahren an der Vorrichtung gemäss Fig. 2 festzustellen, wurde ein Dauerversuch unter den Bedingungen gemäss Beispiel 1 durchgeführt. Es ergab sich, dass innerhalb von 24 Stunden etwa 150 000 Kugeln erhalten werden konnten.

In weiteren Versuchen wurden Kugeln von 0,5 bis 5 mm hergestellt, wobei Acetalherz, Polymethylmethacrylat, PVC, Stearin (zur Herstellung von Wachspferlen) und ein Acrylnitril-Butadien-Styrol-Mischpolymerisat als Kugelmateriale verwendet wurden. Es zeigte sich dabei, dass im Vergleich die Kugeln aus Polyamid gemäss Beispiel 1 den Anforderungen in Rührwerksmühlen am besten entsprechen.

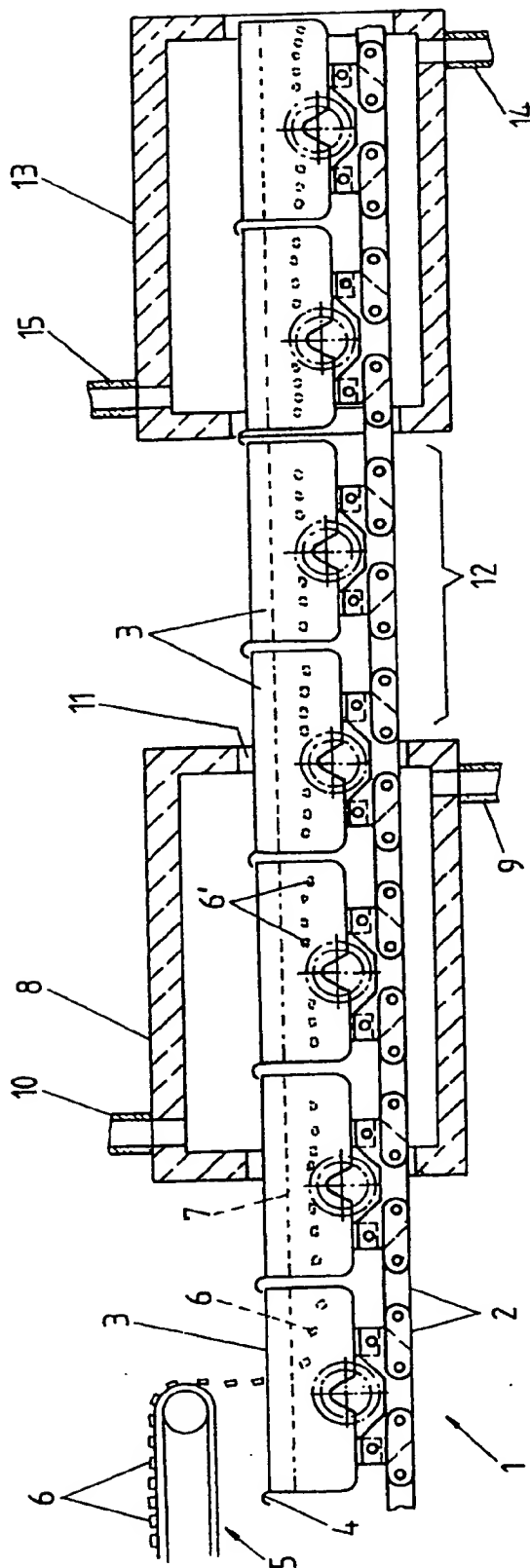
Ausser mit den genannten Oelsorten können auch mit Rüböl, Leinöl und Olivenöl, sowie mit einer synthetischen, von der Firma Vaughan unter der Bezeichnung HFA vertriebenen Flüssigkeit gute Resultate erzielt werden, doch erwies sich Silikonöl wegen seiner verschiedenen Dichten und Viskositäten am vielseitigsten. Da die Zähigkeit und die Dichte sich mit der Temperatur unterschiedlich ändern, können durch richtige Wahl der Heiztemperatur diese Parameter ebenfalls beeinflusst werden.

ORIGINAL INSPECTED

Nummer: 35 08 439
 Int. Cl.³: B 01 J 2/06
 Anmeldetag: 9. März 1985
 Offenlegungstag: 26. September 1985

3508439

Fig. 1



ORIGINAL INSPECTED

3508439

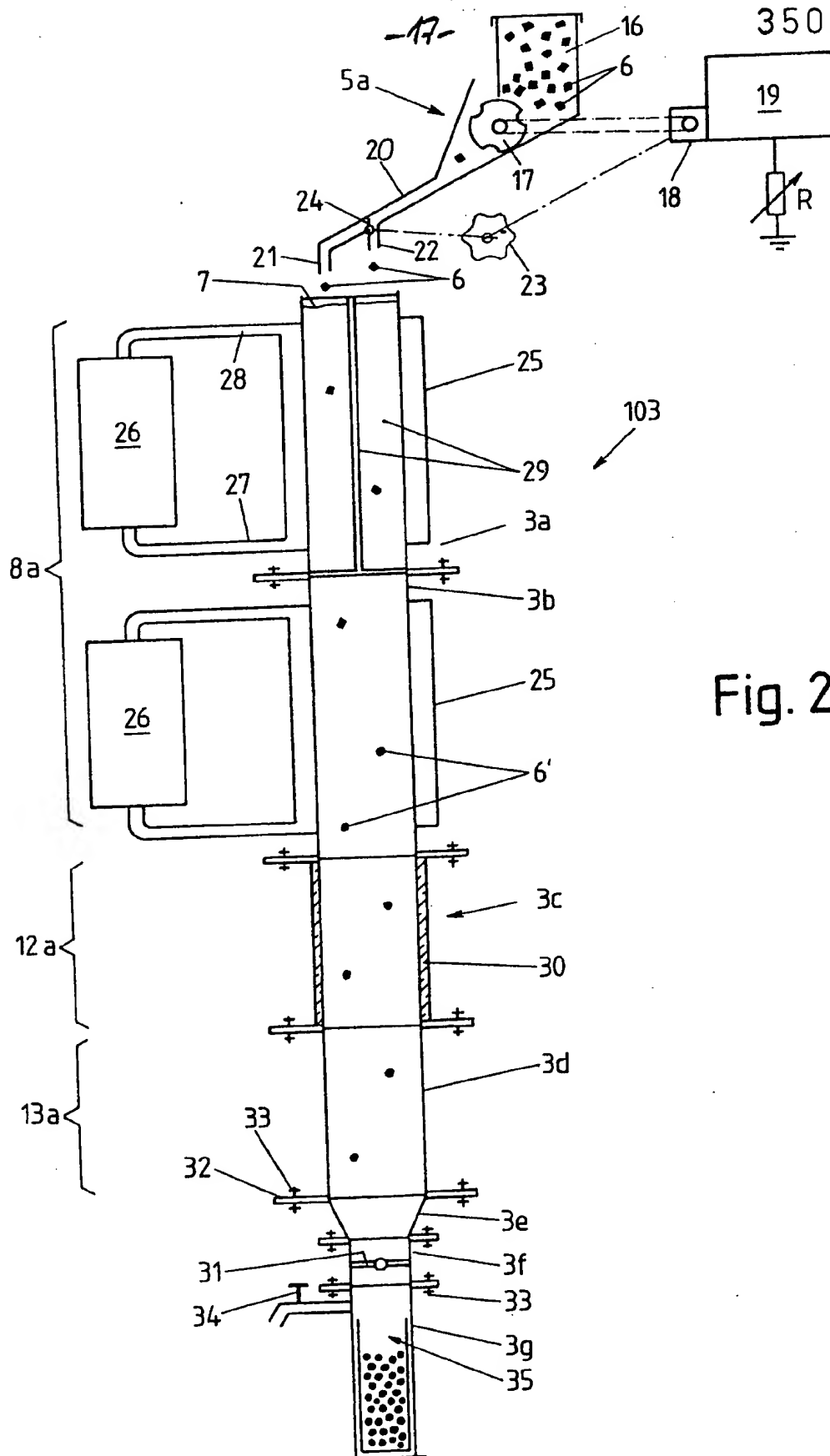


Fig. 2

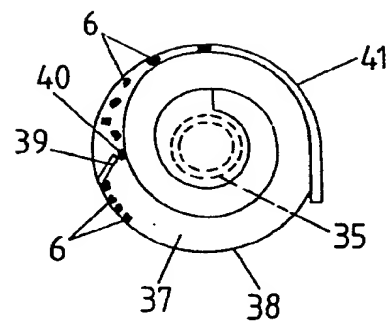


Fig. 3A

